

CYCLES SEDIMENTAIRES DU CARBONIFERE SUPERIEUR (STEPHANIE B)
DU BASSIN DE NEFFIES (SUD-EST DE LA MONTAGNE NOIRE, HERAULT) ET COMPARAISON AVEC
LE HOUILLER DE SAINT-ROME-DE-TARN, BASSIN DE SAINT-AFFRIQUE (AVEYRON)

Jean-François BECQ-GIRAUDON *, Denis GIOT *, Gérard GONZALEZ *

RESUME. - Deux coupes de terrains sont décrites dans le Stéphanien des collines des Geissières et du Bousquet, immédiatement au nord de Neffiès, près de Pézenas (Hérault). Elles montrent deux cycles sédimentaires distincts :

- Le cycle inférieur, fluvio-lacustre ou fluvio-palustre avec couches de charbon, est du type de remplissage de bassins intra-montagneux classique au Stéphanien dans la chaîne hercynienne. Il dénote un milieu de dépôt à décharges détritiques irrégulières réalisé par un système fluviatile à réseaux en tresse où les dépôts phytogènes se déposent en position latérale et distale.

- Le cycle supérieur contraste fortement avec le précédent. Bien que le matériel détritique, indicateur d'un milieu de dépôt fluvio-lacustre en plaine d'inondation à réseau fluviatile chenalissant, domine, il présente des éléments originaux par rapport au cycle précédent :

- coloration ôcre ou verdâtre des argilites et de la matrice des grès.
- Carbonatation de la matrice des rudites.
- Présence, au sein des argilites, de concrétions soit ankéritiques, soit calcaires.
- Présence de deux horizons de calcaires :
 - . un horizon palustre vers la base,
 - . un banc de calcaire lacustre à ostracodes et gastéropodes dans la partie sommitale.

Ces éléments indiquent des conditions climatiques différentes de celles ayant prévalu lors du dépôt du cycle précédent : à un climat uniforme humide et chaud, succède une période semi-aride à aride à saisons humides et saisons sèches alternantes et fortement contrastées.

Une comparaison est faite avec la série stéphanienne de Saint-Rome-de-Tarn, dans l'ouest du bassin de Saint-Affrique (Aveyron) qui présente deux cycles sédimentaires analogues à ceux de Neffiès.

ABSTRACT. - Two lithologic successions of Stephanian age, are described in the northern flank of the hills north of Neffiès (Hérault, south east french Massif Central). Two sedimentary cycles are shown :

- A lower cycle, of fluvio-lacustrine type, with coal and coaly horizons, is typical of the deposits of the stephanian intramontaneous basins of the Massif central,
- An upper cycle, similar to the previous but differing by the presence of :
 - a greenish to red coloration of the mudstones and sandstones.
 - a carbonatation of sandstones matrix.
 - the existence of two lacustrine limestone horizons.

Those features indicate a climatic change between the two cycles toward the end of stephanian times : to a wet uniform, tropical climate succeeds an arid to semi-arid climate with alternating wet seasons and dry seasons, sharply contrasted.

Similar conclusions are drawn from the study of the Stephanian of Saint-Rome-de-Tarn (Aveyron) and show the regional character of that climatic change.

It is admitted that the Permo-Carboniferous limit has coincided with a drastic climatic change from wet and uniform, tropical type climate to much more arid with contrasted seasons conditions. The present study demonstrates the diachronicity of that climatic crisis which, in the south of the Massif central, began as early as the Stephanian.

I - PRESENTATION

Les terrains stéphanien du sud-est de la Montagne Noire (fig. 1) s'étendent sur environ 16 km, depuis Neffiès à l'est jusqu'au sud-est de Laurens, à l'ouest. Ils sont connus dans la littérature sous le terme générique de "Bassin de Roujan/Neffiès". Le Stéphanien repose en discordance sur les terrains ordoviciens à viséens des écaillés de Cabrières (Gèze, 1949). Ces affleurements représentent les témoins de deux bassins indépendants séparés par une ride (Becq-Giraudon & Gonzalez, 1985). Ce sont :

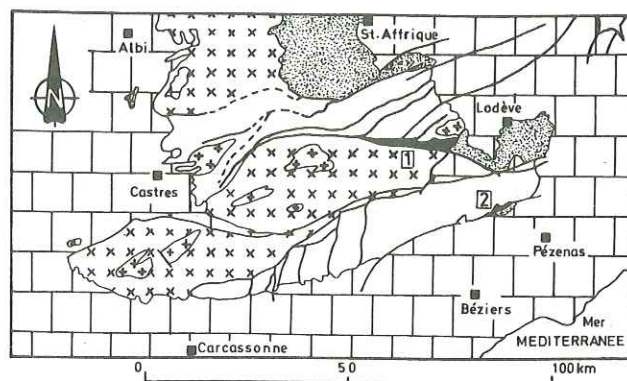
- les affleurements au sud-est du village de Laurens (fig. 2A) ;
- les affleurements du Mougno (fig. 2B) et du Bousquet / Le Caylus (lieux dits au nord de Neffiès) (fig. 2C), situés au nord-est des précédents et représentant la plus grande partie de ce Stéphanien.

Malgré l'intérêt qu'ils présentent au point de vue structural (ils cèlent la mise en place des nappes de charriages du flanc sud de la Montagne Noire - Gèze, 1949), ils n'ont jamais donné lieu à un travail synthétique et restent, pour l'instant, peu connus.

Ces terrains, essentiellement fluvio-lacustres, recèlent quelques couches de charbon de qualité médiocre, qui furent exploitées localement jusqu'en 1841 ; de plus, la présence de calcaires lacustres y a été récemment signalée (Berget et al., 1981), en particulier au sommet de la série stéphanienne dans la colline du Bousquet, immédiatement au nord-est de Neffiès. Or, la présence de carbonates lacustres est un phénomène exceptionnel dans les séries houillères et a justifié un examen de ces séries dans le cadre d'une synthèse des bassins du Massif Central entreprise par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Ce sont les résultats préliminaires de cette étude, dans la région de Neffiès, qui sont exposés ici.

II - LE STEPHANIE AU NORD-OUEST DE NEFFIES

Situé à l'extrémité occidentale du groupe d'affleurements du Bousquet/Le Caylus (fig. 2), il affleure largement sur le flanc nord des collines du Bousquet et des Geissières, au nord ouest du village de Neffiès (fig. 3).



Légende:



1: Graissessac - 2: Roujan/Neffiez

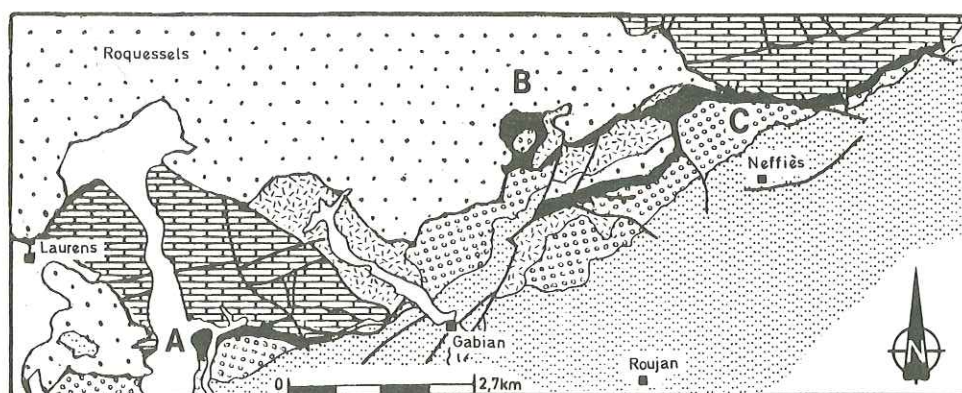
Fig 1: CARTE DE SITUATION

Deux coupes ont été levées dans le Carbonifère l'une à l'extrémité orientale de la colline du Bousquet (fig. 3 A), l'autre dans la Colline des Geissières (fig. 3B).

II - 1 - Coupe de la vigne du Bousquet (fig. 4A)

(Coordonnées Lambert Zone III, carte I.G.N. pézenas n°1 à 1/25000 : $x = 679\ 665$ $y = 3\ 138\ 535$, $z = 220$ m). Elle a été levée dans une vigne à la retombée est du Bousquet ; elle présente de bas en haut (Les numéros se réfèrent à ceux de la coupe de la figure 4) :

1 - 5 m + : ensemble commençant par une couche de charbon sale surmontée par 0,70 m de shales silteuses noires à plantes. Cette unité est érodée par un conglomérat



Légende:



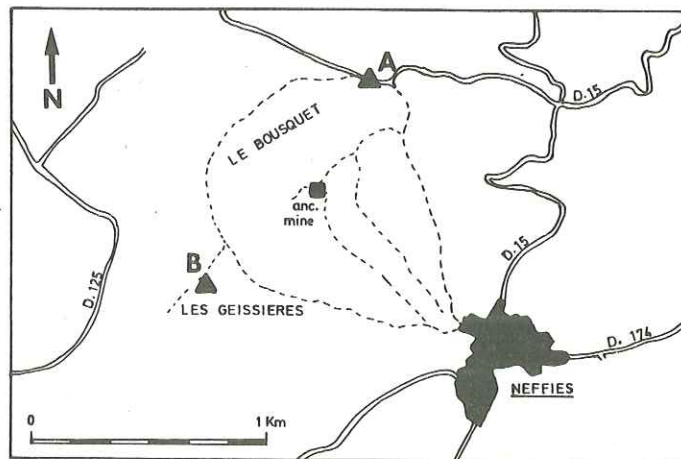
A: groupe de Laurens - B: groupe du Mougno - C: groupe du Bousquet/Le Caylus

Fig2: SCHEMA GEOLOGIQUE DE LA REGION DE LAURENS-NEFFIES

(Ø max. 2 cm) noir, induré qui constitue la base d'une séquence fluviatile. Au-dessus de ce conglomérat, viennent des siltites noires, charbonneuses à débris de plantes alternant avec des grès, fin, gris sombre, micacés. Le passage à l'unité suivante est progressif et rapide ;

2 - 1,5 m : Séquence fluviatile commençant par un conglomérat polygénique (Ø > 2 cm), à galets de calcaires noirs et de volcanites, auquel succède des argilites, sableuses, rouge - brique. Cette unité présente de nombreux accidents carbonatés : "boulets" ankéritiques et nodules septariées.

3 - 1,50 m : Séquence, analogue à la précédente débutant par un conglomérat (Ø > 1 cm) à matrice calcaire clair suivi par des argilites, beige - verdâtre, localement rousses à débit conchoïdal ;



A: Coupe de la vigne du Bousquet - B: Coupe des Geissières

Fig.3: LOCALISATION DES COUPES DECRIES

4 - 1,70 m : Succession de deux séquences ; l'inférieure débute par des grès fins, micacés, à débit en plaquette et se termine par des argilites, conglomératiques, beiges à rares boulets ankéritiques. La supérieure débute par des grès ocre à placage verdâtres suivis par un niveau d'argiles, vertes, homogènes auxquelles succède des argilites lie-de-vin à rognons ankéritiques altérés ;

5 - 0,62 m : Ensemble débutant par un horizon de calcaire palustre micritique beige - violet (niveau A - fig. 4A) passant à un horizon de nodules calcaires en concentration décroissante dans des argilites rouge - violacées (fig. 5A) litées et se chargeant en galets vers le sommet, annonçant la séquence suivante ;

6 - 2,90 m : Séquence fluvio-lacustre, débutant par un grès conglomératique grossier (0,40 m) auquel succède un conglomérat polygénique très grossier à galets de calcaire, à matrice carbonatée; sa puissance est estimée à 1,30 m. Vient un grès hétérométrique, argileux, ocre, très altéré puis des argilites versicolores ocre - vertes, à nombreux rognons carbonatés et imprégnation carbonatée diffuse; elles passent progressivement à des argilites lie-de-vin à lentilles gréseuses fines passant progressivement au terme suivant :

7 - 1,35 m : Séquence fluvio-lacustre, commençant par des grès, fin, micacés, bariolés à dominante rouge et tâches verdâtres. Ils sont surmontés par un banc de calcaire lacustre gris bleu à débris coquilliers et à base ankéritisé (horizon B, fig. 4A et fig. 5B). Le contact avec le grès n'a pas été observé ;

8 - 4 m environ : ensemble affleurant mal, essentiellement constitué d'argilites rouges lie-de-vin ;

9 - 10 m + : Formation Autunienne, discordante sur les terrains précédant. Débute par un niveau de tufs rhyolithiques auquel succèdent des shales et grès fins à Taeniopteris et Walchia.

II - 2 - Coupe des Geissières (fig. 4 B)

(Coordonnées Lambert zone III - carte I.G.N. Pézenas n° 1 - 2 à 1/25.000 : x = 679 130 ; y = 3 137 725 ; z : 150 m - 210 m.

Cette coupe est située sur le flanc nord de la Colline des Geissières et présente de nombreuses lacunes d'observations. On y retrouve néanmoins les mêmes termes qu'au Bousquet :

1 - 20 m + : cycle fluvio torrentiel débutant par un banc de grès grossiers, feldspathique à passées conglomératiques très riches en galets de quartz (\varnothing 1 - 2 cm), à stratification entrecroisée. puis, sur une quinzaine de mètres, et très mal exposées, vient une série de séquences fluviatiles à grès grossiers feldspathiques, à galets de quartz, et d'argilites silteuses, charbonneuses. Le contact supérieur n'a pas été observé ;

2 - 0,70 m : Séquence fluvio-palustre (fig. 6A) commençant par des argilites lie-de-vin à gros rognons ankéritiques. Elles sont érodées par un niveau gréso conglomératique à matrice carbonatée (la surface de ravinement constitue la limite inférieure de carbonatation de la matrice des bancs détritiques de la

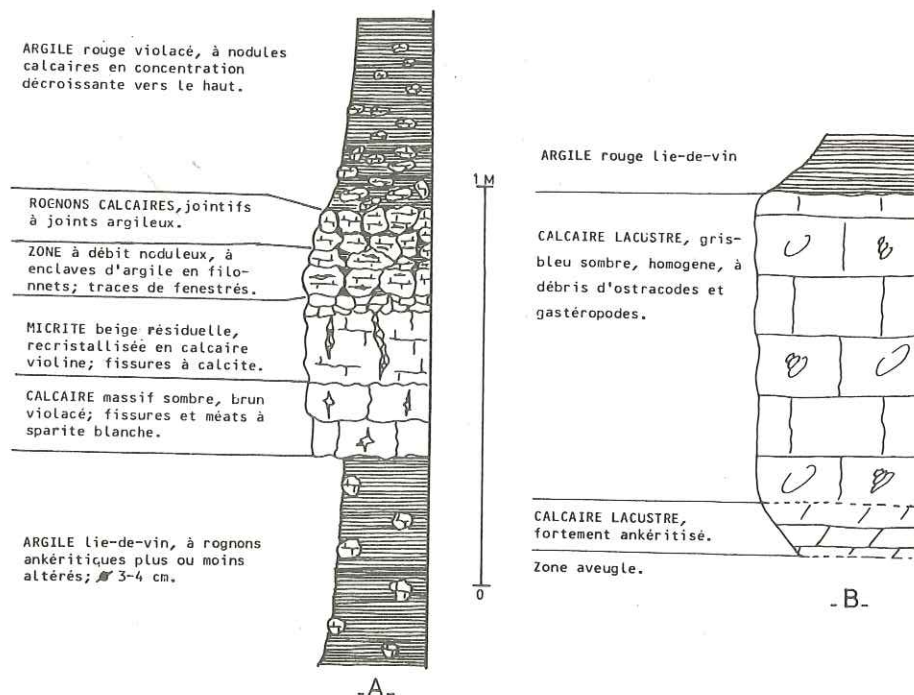


Fig. 5: HORIZONS CALCAIRES DE LA COUPE DU BOUSQUET

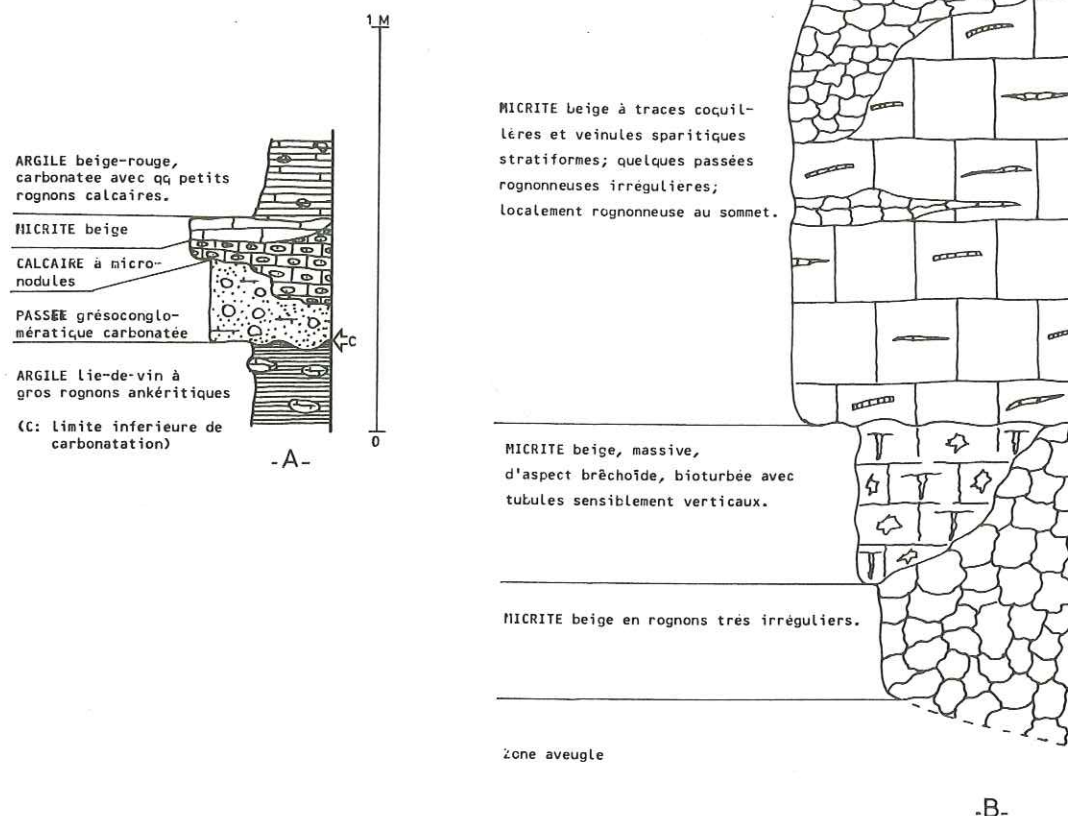


Fig. 6: HORIZONS CALCAIRES DE LA COUPE DES GEISSIERES

Coupe des Geissières). Ce niveau est surmonté par un horizon de calcaire palustre (niveau A - fig. 4 B et fig. 6A) auquel succèdent des argilites carbonatées, beige - rouge, à rognons de calcaires. Ces argilites passent progressivement à des grès fins, calcareux, ocre devenant rognonneux au sommet avec des îlots irréguliers plus calcitiques ;

- 3 - 8,30 m : Séquence fluvio lacustre à base érosive. Elle débute par une lentille grésoconglomératique de fond de chenal à laquelle succède un conglomérat très grossier, polygénique, à ciment grésocarbonaté, à galets de calcaire dominant (\varnothing 10 à 20 cm) ; quelques fissures et méats à calcite blanche s'y développent. L'observation de la séquence est interrompue par une zone aveugle de 3 à 4 m. Au-dessus repose un puissant banc de calcaires, complexe dans le détail, constitué d'une alternance de calcaires lacustres et de faciès palustres, le plus souvent rognonneux (fig. 4 B - niveau B et fig. 6B) ; latéralement, ce banc calcaire passe à une dolomie brune ;
- 4 - 3 à 4 m : Conglomérat très grossier, à dominante de galets calcaires (\varnothing 10 cm) et à ciment grésocarbonaté, les colluvions rouges masquant la partie supérieure.
- 5- 1,50 m : barre dolomitique, brune, plus ou moins gréseuse, en bancs irréguliers onduleux passant, par l'intermédiaire d'une zone rognonneuse irrégulière, à un conglomérat, grossier, à galets calcaires et à ciment dolomitique jaunâtre. Par comparaison avec d'autres affleurements, ce niveau représenterait la base de l'Autunien.

II - 3 - Commentaires sur ces coupes

Ces deux coupes, distantes de 1 200 m, montrent deux cycles sédimentaires qui traduisent des milieux de dépôt très semblables : il s'agit, dans les deux cas, de milieux fluvio-lacustres ou fluvio-torrentiel. La substitution de calcaires aux charbons comme terme palustro-lacustre des séquences dans le cycle supérieur, associée à la ruféfaction et à la carbonatation des ciments des horizons détritiques (carbonatation diffuse ou concrétionnements) indiquent clairement des changements importants entre le cycle inférieur et le cycle supérieur. Or, la nature de la fraction détritique ne change pas fondamentalement d'un cycle à l'autre ce qui indique des conditions paléogéographiques et géodynamiques similaires. Le changement est donc probablement lié à des variations climatiques ainsi que le montre l'étude des horizons calcaires du cycle supérieur.

III - LES CARBONATES DU CYCLE SUPERIEUR

Ils se présentent sous deux formes :

- soit sous forme de concrétions, "boulets ankéritiques" surtout développés dans les faciès fins, siltites et shales, mais également présent dans certains niveaux plus grossiers,
- soit en bancs continus à grande extension latérale, auxquels peuvent être associés des horizons noduleux, différents des concrétions ankéritiques. Ce sont les horizons A et B des coupes décrites.

III - 1 - Les nodules "ankéritiques"

Ils se présentent sous formes de boulets de 5 à 10 cm de diamètres disséminés dans la masse de shales qui les englobent. En lame mince, sur un fond sparitique mosaïque fin se détachent des critaux zonés d'un carbonate magnésien-ferrifère ; on y observe de nombreuses fissures et stylolithes comblés par une sparite grossière (? dolomie baroque). Le tout est recoupé par des fissures tardives à calcite.

Ils ne sont pas sans rappeler les clayats (concrétions dolomitiques et sidéritiques) associés aux shales des séquences palustres à charbon dont l'origine, probablement partiellement pédogénétique, reste encore mal connue.

III - 2 - Le niveau A (fig. 4)

Plus développé dans la coupe de la vigne qu'aux Geissières, ce niveau résulte d'un même phénomène : à la vigne du Bousquet, il se présente comme une dolomicrite fine ayant subi une microkarstification intense ("zone nodulaire", fig. 5 A) suivi d'une dolomitisation. On y observe d'abondantes traces de fouissage, probablement dues à des racelles ; aucune trace de faune n'y a été observée : ce niveau dénote un calcaire déposé dans un contexte pédogénétique palustre et affecté de fouissages radicellaires et de microkarstifications. Aux Geissières, où l'horizon est plus mince (fig. 6A), il débute par un niveau de calcaire micronoduleux, suivi par un calcaire fin, micritique à structure travertineuse dans lequel se manifeste une forte participation organique sous formes de traces de pénétrations radicellaires et de concrétionnements sur des supports mal identifiés. La très forte empreinte organo-pédologique subit par cet horizon laisse supposer que nous sommes en présence d'un calcrête.

III - 2 - Le niveau B

A l'instar du niveau A, il est continu et présente d'importantes variations de faciès entre la colline du Bousquet et celle des Geissières (figs 4, 5 B et 6 B). Dans la colline du Bousquet, il s'agit d'un banc de calcaire gris bleu sombre, micritique dont la base est dolomitisée. En lame mince, il se présente comme une micrite microsparitisée, riche en débris de lamellibranches, de gastéropodes et d'ostracodes ; on y observe des traces d'afouillements, probablement dus à des radicules ; le sommet du banc est caractérisé par une microbréchification intense, avec développement de microkarst, forte activité organique et présence d'algues encroûtantes. Ce niveau, vers l'ouest, peut occuper près de la moitié supérieur du banc. Enfin, quelques rares fantômes losangiques évoquant des trémies d'évaporites ont été observés.

Ce calcaire, essentiellement lacustre à palustre, traduit un milieu aquatique ouvert, probablement sous une faible tranche d'eau et subissant des exondaisons temporaires.

Une histoire similaire, mais plus complexe, peut être reconstituée aux Geissières : l'horizon commence par un calcrète, sous forme d'une micrite beige très rognonneuse, intensément perturbée par des radicules et karstifiée. Ce calcrète passe progressivement à un calcaire franchement lacustre à débris abondants de gastéropodes et ostracodes ; comme précédemment, on note une intense perturbation organique faisant suite à des exondations qui se manifestent également par des figures de retrait et une microkarstification.

Que ce soit au Bousquet, ou aux Geissières, ce niveau de calcaires subit une dolomitisation secondaire qui se présente sous forme d'une dolomie brune, rhomboédrique, effaçant toute structure antérieure. Cette dolomitisation intervient à proximité d'une faille de décrochement senestre qui décale la bande d'affleurements du Bousquet par rapport à celle des Geissières (fig. 2).

IV - DISCUSSION : SIGNIFICATION DES CALCAIRES

Le deuxième cycle sédimentaire décrit précédemment se caractérise essentiellement par :

- une coloration ôcre, verdâtre ou rouge brique des argilites et de la matrice des grès,
- une carbonatation de la matrice des rudites et de certains niveaux d'argiles,
- la présence, au sein des argilites, de concrétions carbonatées.
- L'existence de deux horizons calcaires continus qui, séquentiellement, occupent la même position que le charbon.

Or, les termes détritiques observés dans les deux coupes montrent que le milieu de dépôt n'a pas fondamentalement changé d'un cycle à l'autre :

Nous sommes probablement en présence d'un milieu type plaine d'inondation où charbons et calcaires occupent une situation marginale par rapport aux cônes d'épannage et chenaux concentrant les décharges détritiques grossières.

La nature carbonée ou carbonatée n'étant pas contrôlée par des mécanismes physiques, cette différenciation trouve probablement son origine dans une évolution climatique débordant largement le cadre restreint de ce petit bassin.

Le type de carbonates rencontré, palustres à lacustres déposés sous faible tranche d'eau, périodiquement exondés et la formation de véritables calcrêtres sont symptomatiques d'un climat aride ou semi-aride à saisons humides et saisons sèches alternantes et fortement contrastées. Ainsi, on passe très rapidement d'un climat tropical humide, favorable au dépôt du charbon à une aridification générale du milieu; ce changement, intervient avant le dépôt des premiers sédiments du Permien, époque marquée par un climat nettement plus aride qu'au Carbonifère. Or, des observations, conduisant à des conclusions identiques, ont été faites dans certains bassins stéphanien situés en bordure nord du bassin permo-carbonifère de Saint-Affrique (Aveyron). Ainsi démontre-t-on le caractère étendu, sinon général, dans le sud-est du Massif central, de ce changement climatique.

V - LA SERIE STEPHANIEENNE DE SAINT-ROME-DE-TARN

V - 1 - Présentation

Le Stéphanien affleure en bordure nord du bassin permien de Saint-Affrique et se localise dans deux bassins contemporains et autonomes : à l'ouest, le Stéphanien de Brousse-Broquiés et, à l'est, le Stéphanien de Saint-Rome-de-Tarn (Yerle, 1978 ; Goloubinoff, 1979).

La série de St-Rome-de-Tarn présente quelques traits en commun avec ce qui a été décrit précédemment à Neffiès.

V - 2 - Le Stéphanien de Saint-Rome-de-Tarn

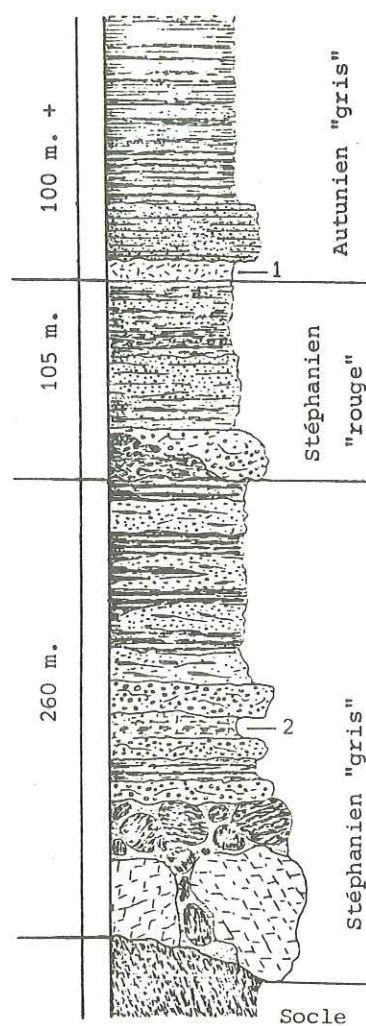
Il se situe au Nord de Saint-Rome-de-Tarn, près de Millau, et montre, succinctement, la succession suivante (Goloubinoff, 1979) (fig. 7) :

- Reposant sur un socle constitué de gneiss et micaschistes, un premier cycle sédimentaire se développe sur 260 m dans sa plus grande puissance. Essentiellement fluvio-torrentiel, il débute par un conglomérat mégalithique à éléments de dolomie dont le volume atteint parfois plusieurs m³ (conglomérat du Pont de la Rode) et se poursuit par une succession monotone de séquences fluviales à torrentielles dans lesquelles le matériel détritique grossier domine ; quelques niveaux plus fins ont permis de dater ce cycle du Stéphanien B par palynologie. Quelques occurrences de niveaux rouges sont signalées, en particulier, un paléosol rouge - brique à concrétions calcaires, alors que l'ensemble de la série est plutôt de teinte sombre.

- Un deuxième cycle sédimentaire (105 m dans sa plus grande puissance) succède après une discordance légère, au cycle précédent. C'est également un cycle fluvio-torrentiel où prédominent les sédiments détritiques grossiers, mais dans ce cas, la matrice présente une coloration rouge qui tranche, d'une part, avec le cycle inférieur et, d'autre part, avec l'Autunien "grls" qui repose en discordance sur cet ensemble par l'intermédiaire d'un horizon de tufs rhyolithiques tout à fait comparable à celui de Neffiès.

Ce deuxième cycle sédimentaire n'est pas daté paléontologiquement mais, en raison du milieu de dépôt qu'il traduit, en tout point semblable au cycle précédent, il est rattaché au Stéphanien (Goloubinoff, 1979).

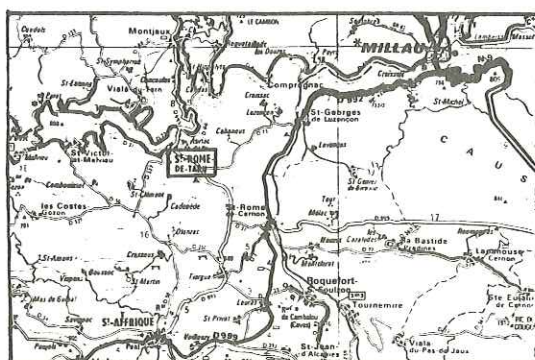
L'apparition progressive puis la dominance de la couleur rouge dans la matrice du cycle supérieur sont le reflet de l'instauration, au cours du Stéphanien, d'un climat tropical sec avec saisons humides et saisons sèches alternées (Yerle, 1978 ; Goloubinoff, 1979), l'absence de sédiments de basse énergie (charbon ou carbonates) est considérée comme étant liée à la prédominance de milieu de dépôt de très haute énergie, défavorable à leur conservation.



- 1: Tufs rhyolitiques de la base de l'Autunien.
 2: Paléosol rouge à "poupées" calcaires (calcrête?).

Fig. 7: Log synthétique du Permo-houiller de Saint-Rome-du-Tarn

(d'après C. GOLOUBINOFF, 1979)



Localisation

V - 3 - Comparaison avec Neffiès

La coupe de Saint-Rome-de-Tarn montre que les sédiments stéphanien se sont déposés en milieu proximal, proche des bordures de bassin, alors qu'à Neffiès, les influences bordières sont beaucoup moins sensibles, ce qui a favorisé le dépôt de sédiments de faible énergie, charbon puis calcaires, au contraire des séries de Saint-Rome. Mais les deux séries ont en commun leur deux cycles sédimentaires et l'enregistrement, dans les sédiments, d'un changement climatique important sans que le milieu de dépôt varie. Apparemment, ainsi qu'en témoigne le paléosol rouge à poupées calcaires du cycle inférieur de Saint-Rome-de-Tarn, ce changement peut avoir commencé plus tôt dans l'Aveyron ; néanmoins l'existence de niveaux d'argilites rouges à concrétions ankéritiques situés à la base du Carbonifère, à l'ouest de Neffiès, pourrait également être symptomatique d'une amorce précoce du changement de climat évoqué ici.

VI - CONCLUSIONS

Le passage du Carbonifère au Permien a été marqué par un bouleversement climatique fondamental : tropical humide jusqu'au Stéphanien, c'est un climat aride à semi-aride à saisons alternées qui s'installe dès l'Autunien et qui persistera tout au long du Permien jusqu'au Trias. Or, les coupes décrites dans le Paléozoïque supérieur de Neffiès et de Saint-Rome-de-Tarn permettent d'affirmer le caractère diachronique de ce changement : la grande crise climatique fini-paléozoïque s'ouvre au Stéphanien dans le Sud du Massif central : Rodez (Even et Fuchs, 1973), Saint-Affrique (Yerle, 1978 ; Goloubinoff, 1979), Sud-Est de la Montagne noire (cet article) et n'atteint le Nord du Massif qu'à partir de l'Autunien et, dans certains cas, comme l'Aumance (Paquette, 1980), plus tardivement. L'explication de ce phénomène reste encore à trouver : il ne peut, en tout état de cause, être lié directement au changement de régime tectonique enregistré entre le Stéphanien (régime compressif) et l'Autunien (régime distensif), les termes détritiques des coupes présentées ici montrant clairement l'indépendance du changement climatique par rapport aux conditions géodynamiques ayant présidé aux dépôts de ces séries.

BIBLIOGRAPHIE

- BECQ-GIRAUDON J.-F. & GONZALEZ G. (1985) : "Les bassins houillers de Roujan/Neffiès : nouvelles données sédimentologiques et paléogéographiques concernant le Stéphanien et l'Autunien du Sud-Est de la Montagne Noire (Hérault, France)" Etude B.R.G.M. n° 85 GEO SED. 162 .
- BERGER G., FEIST R. & FREYTET P. (1981) : "Notice explicative de la carte géologique à 1/50.000 n° 1015 - PEZENAS" - B.R.G.M. édit. Orléans.
- BROUTIN J., DOUBINGER J., LANGIAUX J. & PRIMEY D. (1986) : "Conséquences de la coexistence de flores à caractères stéphanien et autunien dans les bassins limniques d'Europe occidentale" - Mém. Soc. Géol. France, N.S., n° 149, pp. 15 - 25, 5 fig., 2 pl. photos.
- EVEN G. & FUCHS Y. (1973) : "Sur l'intérêt de l'étude des paléo-altérations pour la caractérisation climatique du Permo-houiller. Exemples du détroit de Rodez" - C.R. 7° congr. Internati. Strati. & Géol. Carbonifère, Krefeld, 1971, Bd II - pp. 485 - 488, 8 fig.

- GREZE B. (1949) : "Etude régionale de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales"
Mém. Soc. Géol. France, T. XXIX, Nelle série, n° 62, 1 vol. in-4° de 225p.,
2 tabl., 7 pl., 1 carte Géol. à 1/200.000° avec notice.
- GOLOUBINOFF C. (1979) : "Le Permo-Houiller du Nord du bassin de St-Affrique
(Aveyron)" - Thèse III° cycle, Orsay - Doc. B.R.G.M. n° 16 - 1 vol. de
143 p., 35 fig., 3 tabl., 2 annexes + 1 atlas de 40 photos h.t.
- PAQUETTE Y. (1980) : "Le bassin autunien de l'Aumance (Allier) Sédimentologie (Charbon
cinérites, etc...) - Tectonique synsédimentaire" - Thèse III° cycle, Dijon -
227 p., 99 fig., 2 cartes h.t.
- YERLE J.J. (1978) : "Albitisation et minéralisations uranifères dans le socle et les
sédiments permo-houillers du bassin de Brousse - Broquiès (Aveyron, France)"
Thèse, Paris - 142 + VIII p., 51 fig., 3 tabl., 4 pl. h.t.